



⑲ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 298 08 365 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 02 H 9/04
H 02 H 9/06

⑲①	Aktenzeichen:	298 08 365.5
⑲②	Anmeldetag:	8. 5. 98
⑲④	Eintragungstag:	30. 7. 98
⑲③	Bekanntmachung im Patentblatt:	10. 9. 98

⑲③ Inhaber:
Brymen Technology Corp., Chung Ho, Taipeh, TW

⑲④ Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑲⑤ Hochspannungsschutzschaltkreis mit niedriger Eingangsimpedanz

DE 298 08 365 U 1

DE 298 08 365 U 1

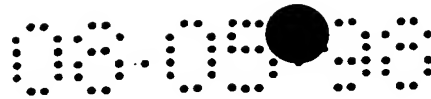


Hochspannungsschutzschaltkreis mit niedriger Eingangsimpedanz

Die Erfindung betrifft einen Schutzschaltkreis für ein elektrisches Meßgerät, bei dem das Meßgerät eine niedrige Eingangsimpedanz aufweisen kann, wenn dies für die Messung benötigt wird, und mit dem der interne Schaltkreis des elektrischen Meßgerätes vor Beschädigung durch Signale mit hoher Spannung geschützt werden kann.

Im allgemeinen kann ein elektrisches Meßgerät nicht auf einen Eingangsanschluß mit niedriger Impedanz umgeschaltet werden, wenn eine hohe Spannung gemessen wird, weil dadurch der Schaltkreis des elektrischen Meßgerätes beschädigt werden kann. Alternativ kann das elektrische Meßgerät aus Sicherheitsgründen mit einem Hochspannungsschutzschaltkreis ausgestattet werden, für den Fall, daß ein Eingangsanschluß mit niedriger Impedanz zum Messen einer hohen Spannung ausgewählt wird. Fig. 3 stellt das Schaltbild eines herkömmlichen Hochspannungsschutzschaltkreises dar. Der Hochspannungsschutzschaltkreis weist einen thermischen Widerstand PTC und einen Klemmtransistor Q auf. Der Aktivierungsstrom des thermischen Widerstands PTC ist mit I_s bezeichnet (bei Überschreiten des Aktivierungsstroms wird der Widerstandswert des PTC erhöht), der Klemmstrom des Klemmtransistors Q mit I_Q und die maximal zulässige Spannung des thermischen Widerstands PTC ist mit V_A bezeichnet, wie in Fig. 3a dargestellt. Fig. 3b stellt den äquivalenten Schaltkreis der Schaltung nach Fig. 3a dar. Wenn eine außergewöhnlich hohe Spannung, die V_A übersteigt, an den Schaltkreis nach Fig. 3a angelegt wird, so wirkt der Klemmtransistor Q wie eine Zenerdiode. Der Klemmtransistor Q wird von einem Strom durchflossen, der größer als der Aktivierungsstrom des thermischen Widerstands PTC ist. Dadurch ist der thermische Widerstand PTC in hochohmigen Zustand, um die Schutzfunktion auszuführen. Zu diesem Zeitpunkt ist $V_{in} = V_{PTC} + V_Q + V_R$ und $V_{in} \approx V_{PTC} = V_A$, da $V_{PTC} \gg V_Q + V_R$. Daher kann der Schutzschaltkreis nur eine Eingangsspannung bis zu V_A ertragen.

Es ist schwierig den oben genannten Schutzschaltkreis derart zu



gestalten, daß er eine Eingangsspannung bis zu $2V_A$ ertragen kann. Wird der Schutzschaltkreis derart angelegt, daß er hohe Eingangsspannungen bis zu $2V_A$ ertragen kann, so ist er groß und teuer.

5

Fig. 4a stellt ein Schaltbild eines anderen herkömmlichen Hochspannungsschutzschaltkreises dar. Der Hochspannungsschutzschaltkreis weist eine Sicherung FS, einen thermischen Widerstand PTC und einen Varistor VAR auf, wobei:

- 10 I_s : den Aktivierungsstrom des thermischen Widerstands PTC,
 I_Q : den Klemmstrom des Klemmtransistors Q, und
 V_A : die maximal zulässige Spannung des thermischen Widerstands PTC bezeichnet.

15 Der Varistor VAR hat die folgenden Eigenschaften:

1. der Varistor kann die ansteigende Spannung, die V_A übersteigt, schnell aufnehmen,
2. die größte Klemmspannung des Varistors VAR hängt von der maximal zulässigen Spannung des thermischen Widerstands PTC ab,
- 20 3. I_{VAR} ist der Klemmstrom des Varistors VAR, und
4. $I_{LEAKAGE}$ ist der Verluststrom, der auftritt, wenn der Varistor nicht die Klemmfunktion ausführt.

Fig. 4b erläutert den Betrieb des obigen Schaltkreises. Die maximale Eingangsspannung kann die maximal zulässige Spannung des thermischen Widerstands PTC nicht übersteigen. Der thermische Widerstand wird beschädigt, wenn die Klemmspannung die maximal zulässige Spannung V_A des thermischen Widerstands PTC übersteigt.

30

Wenn die Eingangsspannung die Klemmspannung V_Q des Klemmtransistors Q übersteigt, dann wirkt dieser als Zenerdiode und leitet den Klemmstrom I_Q . Der thermische Widerstand PTC ist in hochohmigem Zustand, wenn der Klemmstrom I_Q den Aktivierungsstrom I_s des thermischen Widerstands PTC übersteigt. Darum kann der thermische Widerstand PTC eine Strombegrenzungsfunktion ausführen. Zu diesem Zeitpunkt ist $V_{I/P} = V_{PTC} + V_Q (V_{O/P})$. Wenn $V_{PTC} + V_Q > V_{VAR}$, dann ist der Varistor in

35



niederohmigem Zustand und begrenzt die Spannung auf V_{VAR} (wie die Zenerdiode). Der Klemmstrom I_{VAR} des Varistors VAR ist größer als der Nennstrom der Sicherung FS. Die Sicherung FS wird zum Schutz durchbrennen.

5

Der oben beschriebene Schaltkreis weist jedoch folgende Probleme auf:

1. Die maximale Eingangsspannung wird durch die maximal zulässige Spannung des thermischen Widerstands PTC begrenzt (V_{VAR} muß kleiner als V_A sein).
2. Der hohe Verluststrom des VAR beeinflusst die Meßergebnisse bei hochohmigen Messungen.
3. Das Auswechseln der Sicherung ist schwierig.

15 Fig. 5a stellt einen verbesserten Schaltkreis gegenüber dem Schaltkreis nach Fig. 4a dar. Die Bezeichnungen sind folgende:

- Q: Klemmtransistor
R: aufheizbarer (inflammable) Strombegrenzungswiderstand
PTC: thermischer Widerstand
20 I_S : der Aktivierungsstrom des thermischen Widerstands PTC,
 V_{VAR} : die Klemmspannung des Varistors VAR,
 I_{VAR} : der Klemmstrom des Varistors VAR,
 $I_{LEAKAGE}$: der Verluststrom, der auftritt, wenn der Varistors
25 VAR nicht die Klemmfunktion ausführt.

Fig. 5b erläutert den Betrieb des Schaltkreises nach Fig. 5a. Der Strombegrenzungswiderstand R ist aufheizbar und ersetzt die Sicherung FS in der Schaltung nach Fig. 4a. Der Strombegrenzungswiderstand R hat einen kleinen Widerstandswert und kann die Spannung V_A und den Klemmstrom I_{VAR} ertragen. Da der I_{PTC} sehr klein ist, ist $I_R = I_{VAR}$. Außerdem ist $V_R = V_{in} - V_{VAR}$, woraus folgt, daß die an dem Widerstand R abfallende Spannung sehr hoch ist, wenn eine hohe Eingangsspannung angelegt wird. Daher soll der Widerstand R eine hohe Nennspannung und eine hohe Nennleistung haben.

Übersteigt die Eingangsspannung die Klemmspannung V_0 des

Klemmtransistors Q, dann wirkt dieser wie eine Zenerdiode und leitet den Klemmstrom I_Q . Der thermische Widerstand PTC ist in hochohmigem Zustand, wenn der Klemmstrom I_Q den

Aktivierungsstrom I_s des thermischen Widerstands PTC

übersteigt. Daher kann der thermische Widerstand PTC eine Strombegrenzungsfunktion ausführen. Zu diesem Zeitpunkt ist

$V_{in} = V_{PTC} + V_Q$. Wenn $V_{PTC} + V_Q > V_{VAR}$, ist der Varistor VAR in

niederohmigem Zustand und begrenzt die Spannung $V_{PTC} + V_Q$ auf V_A (wie die Zenerdiode). Der VAR leitet einen Strom I_{VAR} , wodurch

die Spannung an dem Widerstand R ansteigt. Die Spannung ist $V_R = V_{in} - V_A$, da $V_{VAR} = V_{PTC} = V_A$ ist. $V_R = V_A$ wenn $V_{in} = 2V_A$. Daher kann der Schaltkreis $2V_A$ Eingangsspannung ertragen.

Der oben beschriebene Schaltkreis weist jedoch folgende

Probleme auf:

1. Der Strombegrenzungswiderstand R soll einen kleinen Widerstandswert haben und hohe Leistung und Spannung ertragen können. Daher ist der Strombegrenzungswiderstand R von seinen Abmessungen her groß. Der Strombegrenzungswiderstand R brennt durch, wenn seine Nennleistung nicht groß genug ist.

2. Der hohe Verluststrom des VAR beeinflusst die Meßergebnisse bei hochohmigen Messungen.

Durch die Erfindung wird die Aufgabe gelöst, die oben beschriebenen Probleme zu beseitigen und ein Meßgerät zu schaffen, das eine höhere Spannung ertragen kann.

Dies wird erfindungsgemäß mit einem Schutzschaltkreis für ein elektrisches Meßgerät erreicht, der einen ersten thermischen Widerstand, einen zweiten thermischen Widerstand, einen

Varistor, einen ersten Klemmtransistor, einen zweiten Klemmtransistor, einen Strombegrenzungswiderstand und einen Pufferwiderstand aufweist. Der Strombegrenzungswiderstand ist mit seinem einen Anschluß an den ersten thermischen Widerstand angeschlossen. Der erste thermische Widerstand ist dem Pufferwiderstand parallelgeschaltet. Der eine Anschluß des ersten thermischen Widerstands ist an den zweiten thermischen Widerstand angeschlossen. Der Varistor ist an den Knotenpunkt zwischen dem ersten und dem zweiten thermischen Widerstand



angeschlossen, um den Verluststrom zu unterdrücken, wenn der Varistor nicht wirkt. Der Emitter des ersten Klemmtransistors ist an den Varistor angeschlossen und der Kollektor sowie die Basis des ersten Klemmtransistors sind an Masse angeschlossen.

5 Der Aktivierungsstrom des zweiten thermischen Widerstands ist kleiner als der des ersten thermischen Widerstands (der interne Widerstand des zweiten thermischen Widerstands ist größer als der des ersten thermischen Widerstands). Der andere Anschluß des zweiten thermischen Widerstands ist an den Emitter des
10 zweiten Klemmtransistors angeschlossen. Durch diesen Schutzschaltkreis kann der interne Schaltkreis des elektrischen Meßgeräts vor Beschädigung durch hohe Eingangsspannung geschützt werden.

15 Die Erfindung wird in der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert, in welcher:

Fig. 1 ein Blockdiagramm zeigt, das die Anwendung des
20 Schutzschaltkreises mit niedriger Eingangsimpedanz an einem elektrischen Meßgerät darstellt;

Fig. 2a das Schaltbild des Schutzschaltkreises gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 2b einen äquivalenten Schaltkreis zu dem Schaltkreis nach
25 Fig. 2a zeigt;

Fig. 3a das Schaltbild eines herkömmlichen Schutzschaltkreises für elektrische Meßgeräte zeigt;

Fig. 3b einen äquivalenten Schaltkreis zu dem Schaltkreis nach
Fig. 3a zeigt;

30 Fig. 4a ein Schaltbild eines herkömmlichen Schutzschaltkreises zeigt, in dem eine Sicherung für das elektrische Meßgerät verwendet wird.

Fig. 4b einen äquivalenten Schaltkreis zu dem Schaltkreis nach
Fig. 4a zeigt.

35 Fig. 5a das Schaltbild eines im Vergleich zu dem Schutzschaltkreis nach Fig. 4a verbesserten Schaltkreises zeigt; und

Fig. 5b einen äquivalenten Schaltkreis zu dem Schaltkreis nach

Fig. 5a zeigt.

Im folgenden werden folgende Bezeichnungen verwendet:

	PTC1:	erster thermischer Widerstand
5	PTC2:	zweiter thermischer Widerstand
	VAR:	Varistor
	Q_1 :	erster Klemmtransistor
	Q_2 :	zweiter Klemmtransistor
	R_1 :	Strombegrenzungswiderstand mit kleinem
10		Widerstandswert
	R_2 :	Widerstand mit hohem Widerstandswert
	V_{VAR} :	Klemmspannung des Varistors VAR
	V_{PTC1} :	Spannung des ersten thermischen Widerstands PTC1
	V_{PTC2} :	Spannung des zweiten thermischen Widerstands PTC2
15	V_{Q1} :	Emitterspannung des ersten Klemmtransistors Q_1
	V_{Q2} :	Emitterspannung des zweiten Klemmtransistors Q_2
	V_{R1} :	Spannung über dem Widerstand R
	I_{Q1} :	Klemmstrom des ersten Klemmtransistors Q_1
	I_{Q2} :	Klemmstrom des zweiten Klemmtransistors Q_2
20	I_{S1} :	Aktivierungsstrom des PTC1
	I_{S2} :	Aktivierungsstrom des PTC2

Fig. 2a zeigt das Schaltbild des Schutzschaltkreises gemäß der Erfindung und Fig. 2b stellt einen äquivalenten Schaltkreis dazu dar. Der Schutzschaltkreis kann Beschädigung des elektrischen Meßgerätes, die durch dessen falsche Bedienung verursacht werden, verhindern. Eine solche falsche Bedienung ist zum Beispiel, wenn der Benutzer fälschlicherweise eine hohe Spannung (z.B. 1kV) an den Widerstands-, Strom- oder anderen niederohmigen Eingängen zu messen versucht. Der Schutzschaltkreis weist einen ersten thermischen Widerstand PTC1, einen zweiten thermischen Widerstand PTC2, einen Varistor VAR, einen ersten Klemmtransistor Q_1 , einen zweiten Klemmtransistor Q_2 , einen Strombegrenzungswiderstand R_1 und einen Pufferwiderstand R_2 auf. Dabei haben der erste thermische Widerstand PTC1 und der zweite thermische Widerstand PTC2 die folgende Eigenschaften:

1. Der interne Widerstand des PTC1 ist kleiner als der des



PTC2.

2. Der Aktivierungsstrom des PTC1 ist größer als der Aktivierungsstrom des PTC2.

3. PTC1 und PTC2 haben beide eine maximal zulässige Spannung V_A .

4. PTC1 und PTC2 weisen eine niedrige Impedanz, wenn sie nicht aktiviert sind und eine hohe Impedanz auf, wenn sie aktiviert sind.

10 Der eine Anschluß des Strombegrenzungswiderstands R_1 ist an den PTC1 angeschlossen. Der PTC1 hat eine maximal zulässige Spannung V_A und einen positiven Temperaturkoeffizienten. Der PTC1 ist mit seinem einen Anschluß an den Pufferwiderstand R_2 und mit seinem anderen Anschluß an den einen Anschluß des VAR
15 sowie an den einen Anschluß des PTC2 angeschlossen. Der andere Anschluß des VAR ist an den Emitter des ersten Klemmtransistors Q_1 angeschlossen, um so den Verluststrom zu unterdrücken, der auftritt, wenn der VAR nicht in Betrieb ist. Die Basis des ersten Klemmtransistors Q_1 ist an Masse angeschlossen.

20 Der zweite thermische Widerstand PTC2 hat einen kleineren Aktivierungsstrom als der erste thermische Widerstand PTC1 und die gleiche maximal zulässige Spannung V_A . Außerdem hat der zweite thermische Widerstand ebenso einen positiven Temperatur-
25 koeffizienten. Der andere Anschluß des PTC2 ist an den Emitter des zweiten Klemmtransistors Q_2 angeschlossen. Die Basis sowie der Kollektor des zweiten Klemmtransistors sind an Masse angeschlossen.

30 Übersteigt die Eingangsspannung die Klemmspannung V_{Q_2} des zweiten Klemmtransistors Q_2 , dann wirkt der zweite Klemmtransistor Q_2 als Zenerdiode und leitet den zweiten Klemmstrom I_{Q_2} . Der zweite thermische Widerstand PTC2 ist in hochohmigem Zustand, wenn der Klemmstrom I_{Q_2} den
35 Aktivierungsstrom I_{S_2} des zweiten thermischen Widerstands PTC2 übersteigt. Der zweite thermische Widerstand PTC2 hat einen kleineren Aktivierungsstrom als der erste thermische Widerstand PTC1, daher wirkt der zweite thermische Widerstand PTC2 zuerst.



Zu diesem Zeitpunkt liegt die Eingangsspannung über dem zweiten thermischen Widerstand PTC2 und dem zweiten Klemmtransistor Q_2 an ($V_{in}=V_{PTC2}+V_{Q2}$). Wenn $V_{PTC2}+V_{Q2} \geq V_{VAR}+V_{Q1}$, dann wirken der Varistor
5 VAR und der erste Klemmtransistor Q_1 gemeinsam als Zenerdiode und begrenzen die Spannung über dem zweiten thermischen Widerstand PTC2 und dem zweiten Klemmtransistor Q_2 auf $V_{VAR}+V_{Q1}$.
Übersteigt der Strom I_{VAR} den Aktivierungsstrom I_{s1} des PTC1, dann ist der PTC1 in hochohmigem Zustand, um Schutzfunktionen
10 auszuführen. Die Eingangsspannung liegt entsprechend über R_1 , PTC1, PTC2 und Q_2 an.

Zu diesem Zeitpunkt ist $V_{in}=V_{R1}+V_{PTC1}+V_{PTC2}+V_{Q2}$. Da R_1 sehr klein ist und Q_2 eine kleine Klemmspannung hat, können die Spannungen V_{R1}
15 und V_{Q2} vernachlässigt werden. Daher:

$$V_{in}=V_{PTC1}+V_{PTC2} \quad (1)$$

Aus dieser Gleichung ist ersichtlich, daß die Schutzspannung nach der Erfindung zweimal der Spannung des herkömmlichen
20 Schutzschaltkreises ist.

Der Pufferwiderstand R_2 ist dem PTC1 parallelgeschaltet, um zu verhindern, daß die Ströme I_{Q2} und I_{VAR} infolge der ansteigenden Impedanz des PTC1 extrem klein werden. Wenn $I_{Q2} < I_{s2}$, dann hört
25 der PTC2 auf zu wirken und sein Widerstandswert nimmt dadurch ab. Zu diesem Zeitpunkt ist $V_{PTC1}=V_{in}$ und der PTC1 könnte durch die an ihm anliegende hohe Eingangsspannung beschädigt werden. Daher haben die parallelgeschalteten Widerstände R_2 und PTC1 solche Werte, daß der Strom I_{Q2} den Strom I_{s2} übersteigen kann.
30 Darum kann der PTC2 in hochohmigem Zustand bleiben, so daß die Eingangsspannung über PTC1, PTC2 und VAR anliegt.

Fig. 1 zeigt das Blockdiagramm eines elektrischen Meßgerätes für Widerstands- und Kapazitätsmessung. Das elektrische
35 Meßgerät weist einen Schutzschaltkreis 1, eine niederohmige Stromquelle oder Signalquelle 2, eine Mikrocomputer-Steuerung 3, einen Strombegrenzungsschaltkreis für hohe Spannung 4, einen A/D-Wandler mit hoher Eingangsimpedanz 5 und eine numerische



Anzeige 6 auf.

Wird der Eingang zur Widerstandsmessung normal verwendet, so wird von der Steuerung 3 die Stromquelle 2 derart gesteuert, daß ein Messtrom über den Schutzschaltkreis 1 zu dem zu messenden Bauelement fließt. Dadurch wird eine Spannung über dem zu messenden Bauelement erzeugt. Die erzeugte Spannung wird über den Strombegrenzungsschaltkreis 4 an den A/D Wandler 5 angelegt und in ein digitales Signal umgewandelt. Die Mikrocomputer-Steuerung 3 sendet das digitale Signal an die numerische Anzeige 6.

Wird an den Eingang zur Widerstandmessung mit der niedrigen Eingangsimpedanz fälschlicherweise eine Hochspannungsquelle angeschlossen, so wird die hohe Eingangsspannung an den Schutzschaltkreis 1 und den Strombegrenzungsschaltkreis 4 angelegt. In diesem Moment wird durch die hohe Eingangsspannung die Schutzfunktion des Schutzschaltkreises 1 aktiviert, von der die Spannung am internen Schaltkreis auf einen niedrigeren Wert begrenzt wird.

Der Schutzschaltkreis kann in zwei Stufen zum Schutz vor hoher Eingangsspannung eingeteilt werden. Die erste Stufe weist den PTC1 und den zu diesem parallelgeschalteten R_2 sowie den VAR und den mit diesem in Reihe geschalteten Q_1 auf. Die zweite Stufe weist den PTC2 und den Q_2 auf.

30

35

Ansprüche

1. Schutzschaltkreis mit:

- einem Strombegrenzungswiderstand (R_1);
- 5 einem ersten thermischen Widerstand (PTC1) mit maximal zulässiger Spannung V_A , der mit seinem einen Anschluß an den Strombegrenzungswiderstand (R_1) angeschlossen ist;
- einem Pufferwiderstand (R_2);
- einem zweiten thermischen Widerstand (PTC2) mit maximaler
- 10 Spannung V_A , der mit seinem einen Anschluß an den ersten thermischen Widerstand (PTC1) angeschlossen ist und einen größeren internen Widerstandswert als der des ersten thermischen Widerstands (PTC1) aufweist;
- einem Varistor (VAR), der mit seinem einen Anschluß an den
- 15 Knotenpunkt zwischen dem ersten thermischen Widerstand (PTC1) und dem zweiten thermischen Widerstand (PTC2) und mit seinem anderen Anschluß an einen ersten Klemmtransistor (Q_1) angeschlossen ist, um den Verluststrom zu unterdrücken, wobei
- der zweite thermische Widerstand (PTC2) mit seinem anderen
- 20 Anschluß an den zweiten Klemmtransistor (Q_2) angeschlossen ist;

2. Schutzschaltkreis nach Anspruch 1, bei dem der Emitter des ersten Klemmtransistors (Q_1) an den Varistor (VAR) angeschlossen ist, und der Kollektor sowie die Basis des ersten
- 25 Klemmtransistors (Q_1) an Masse angeschlossen sind.

3. Schutzschaltkreis nach Anspruch 1, der zwei Stufen aufweist, wobei die erste Stufe den ersten thermischen Widerstand (PTC1) und den zu diesem parallelgeschalteten Pufferwiderstand (R_2)
- 30 sowie den Varistor (VAR) und den an diesen in Reihe geschalteten ersten Klemmtransistor (Q_1) aufweist, und die zweite Stufe den zweiten thermischen Widerstand (PTC2) und den zweiten Klemmtransistor (Q_2) aufweist.

119

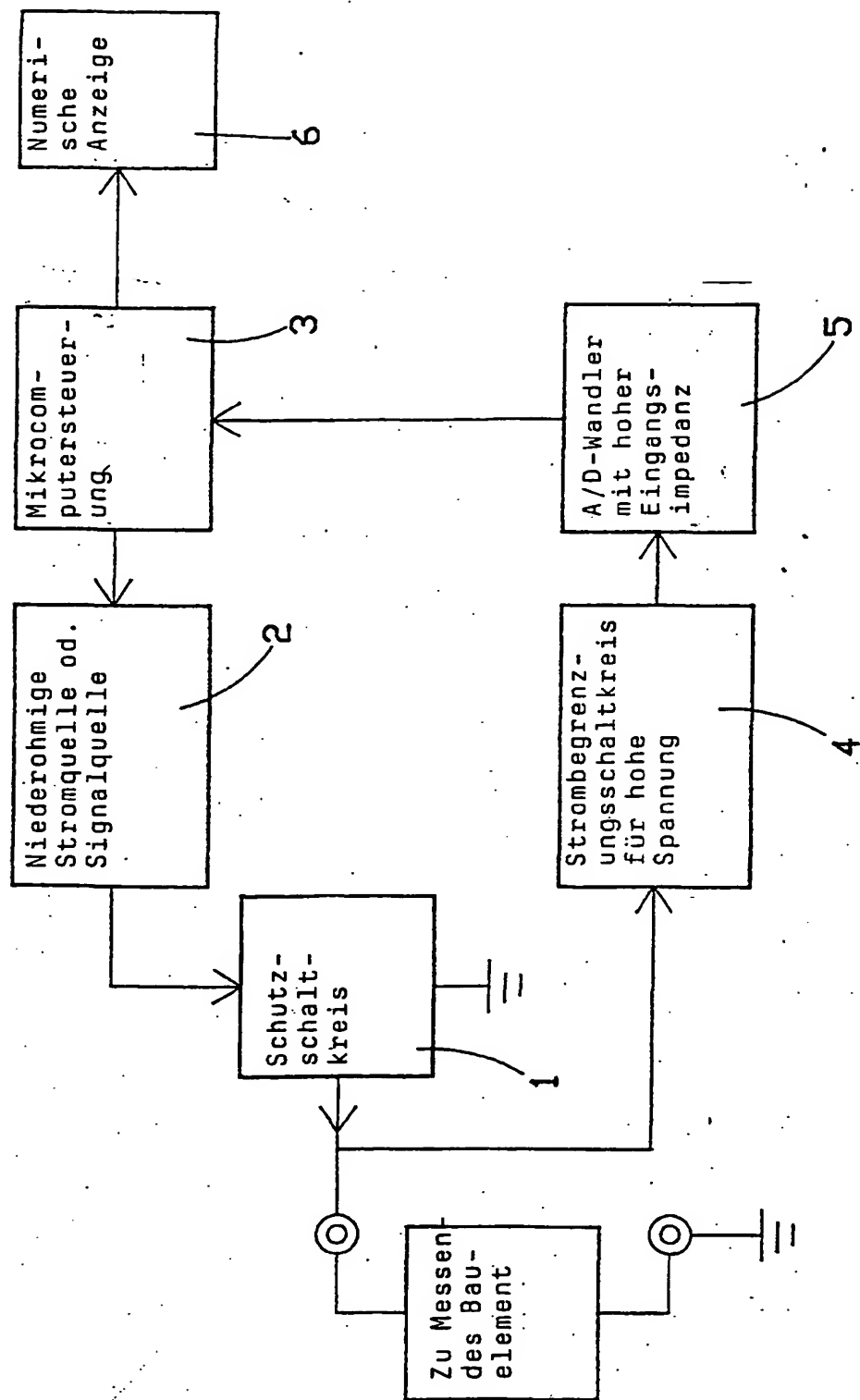


FIG. 1

219 08.08.98

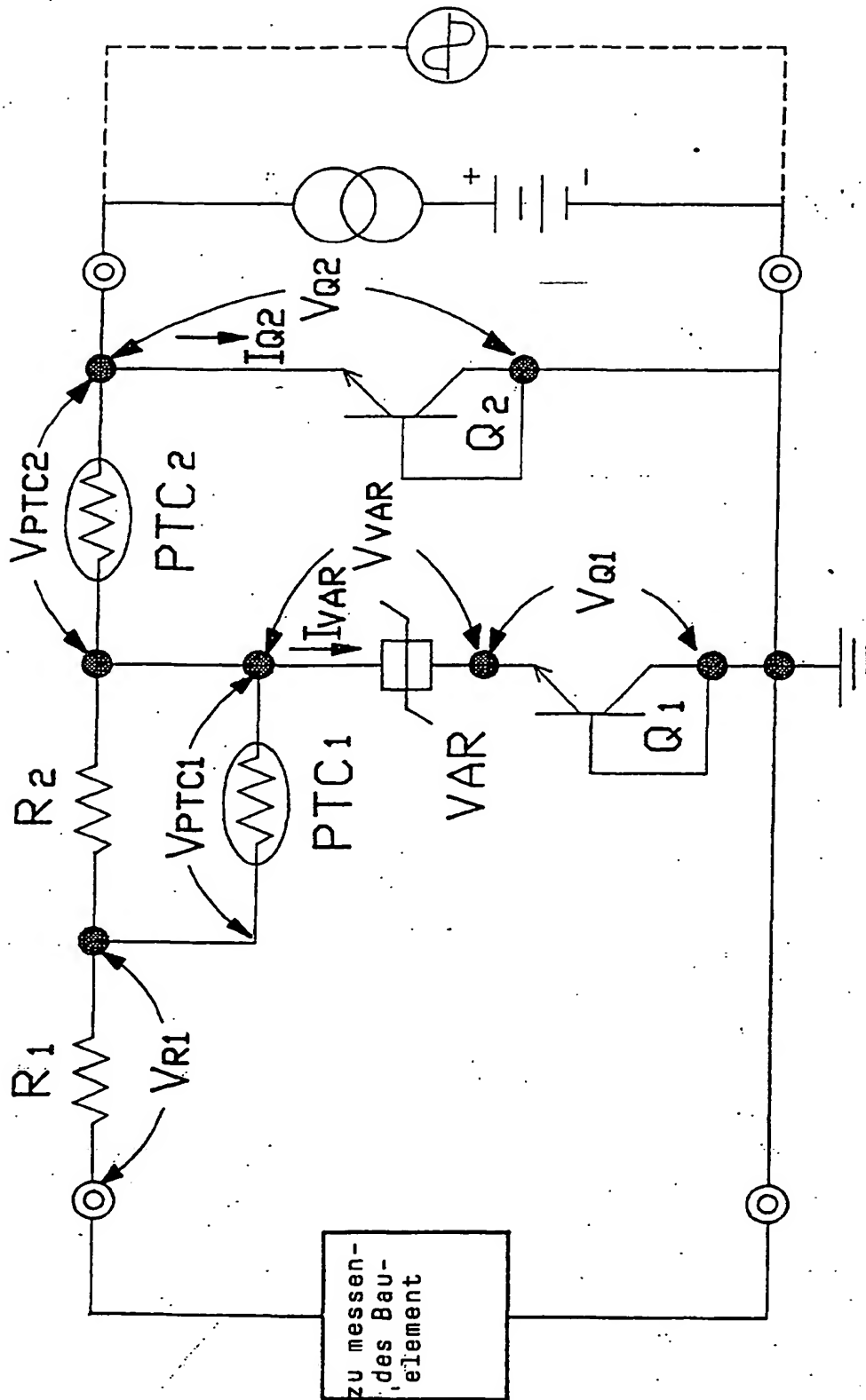


FIG.2A

319.08.1.3.00

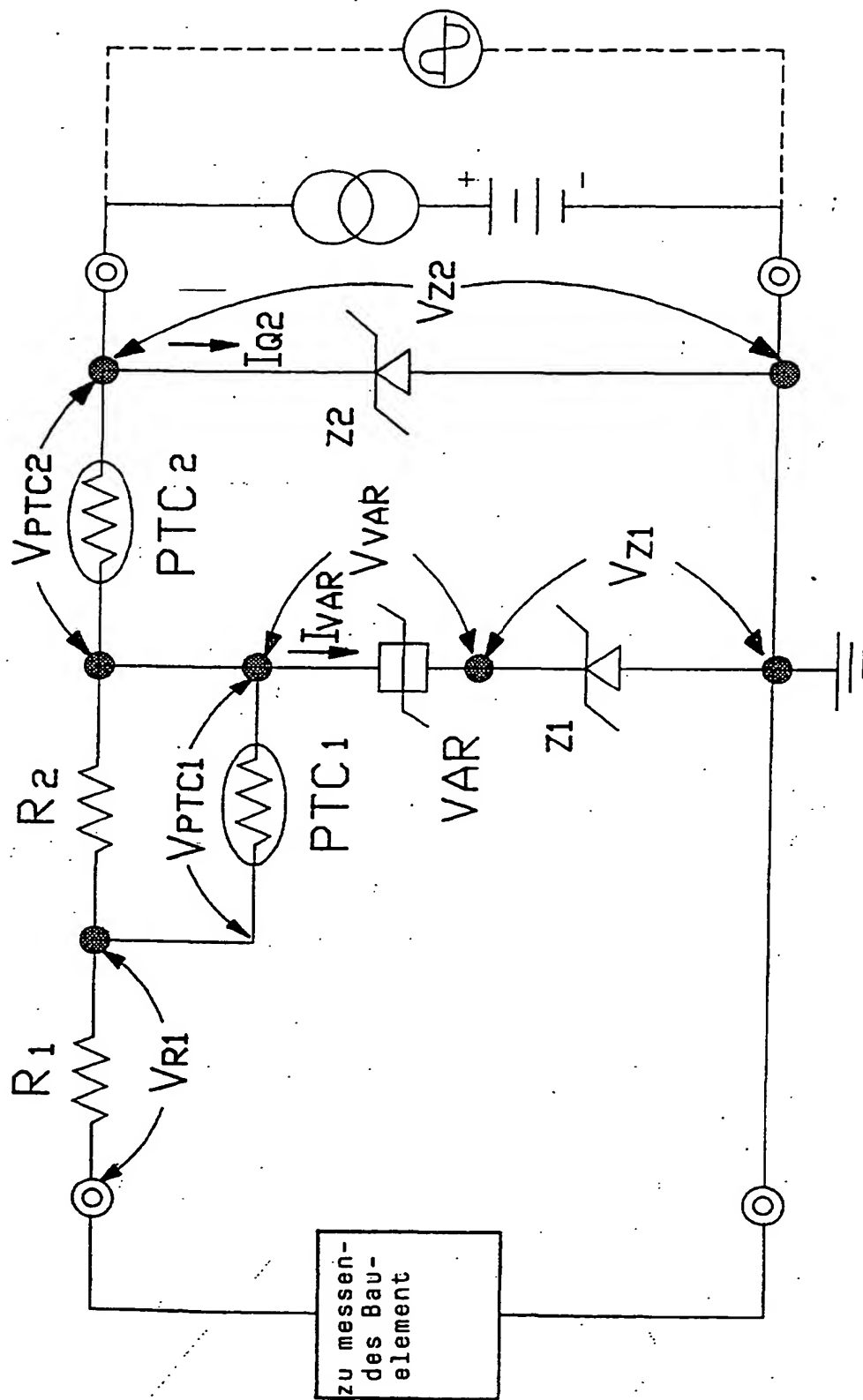


FIG.2B

419

08.05.98

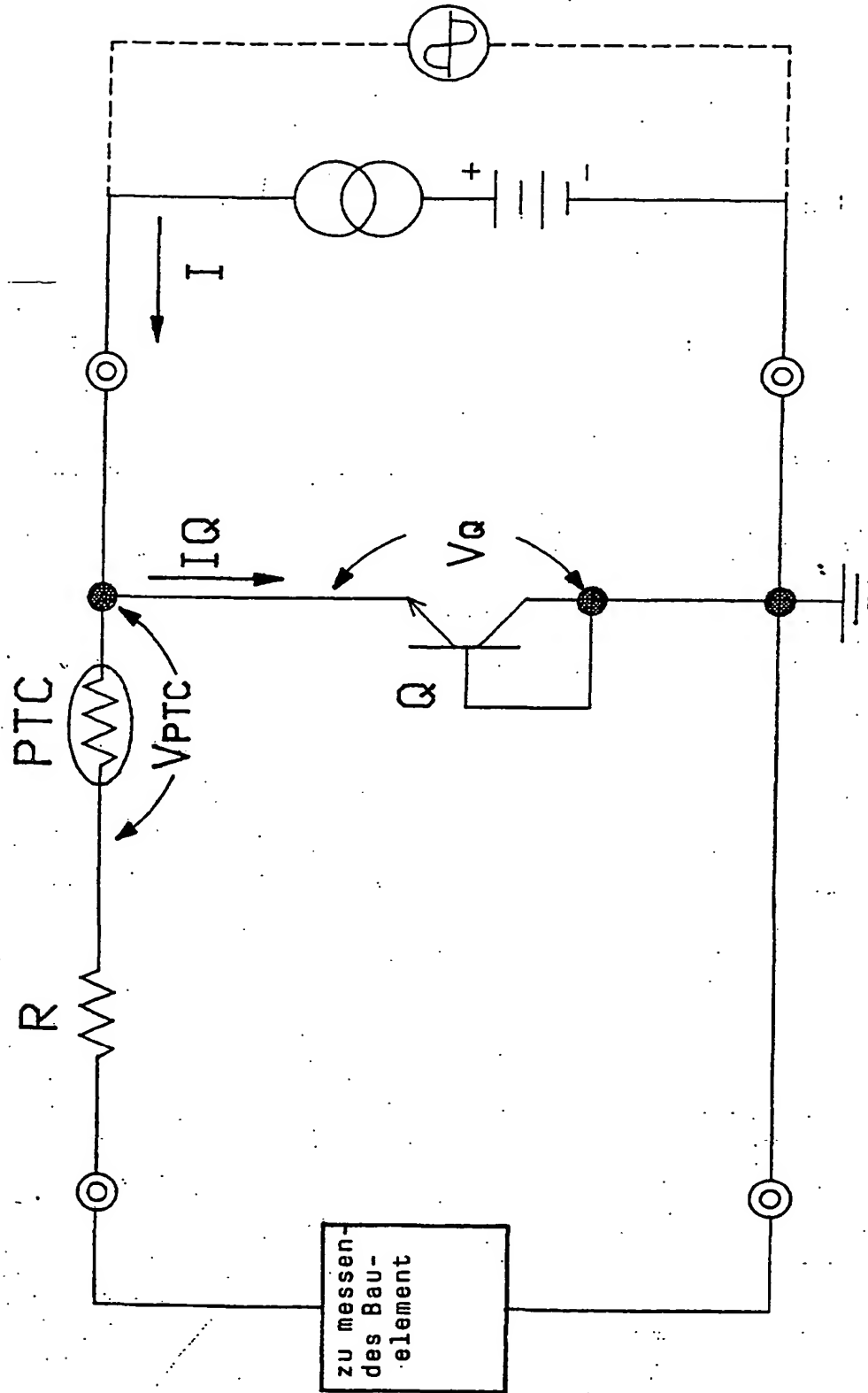


FIG.3A

Stand der Technik

519.000.000

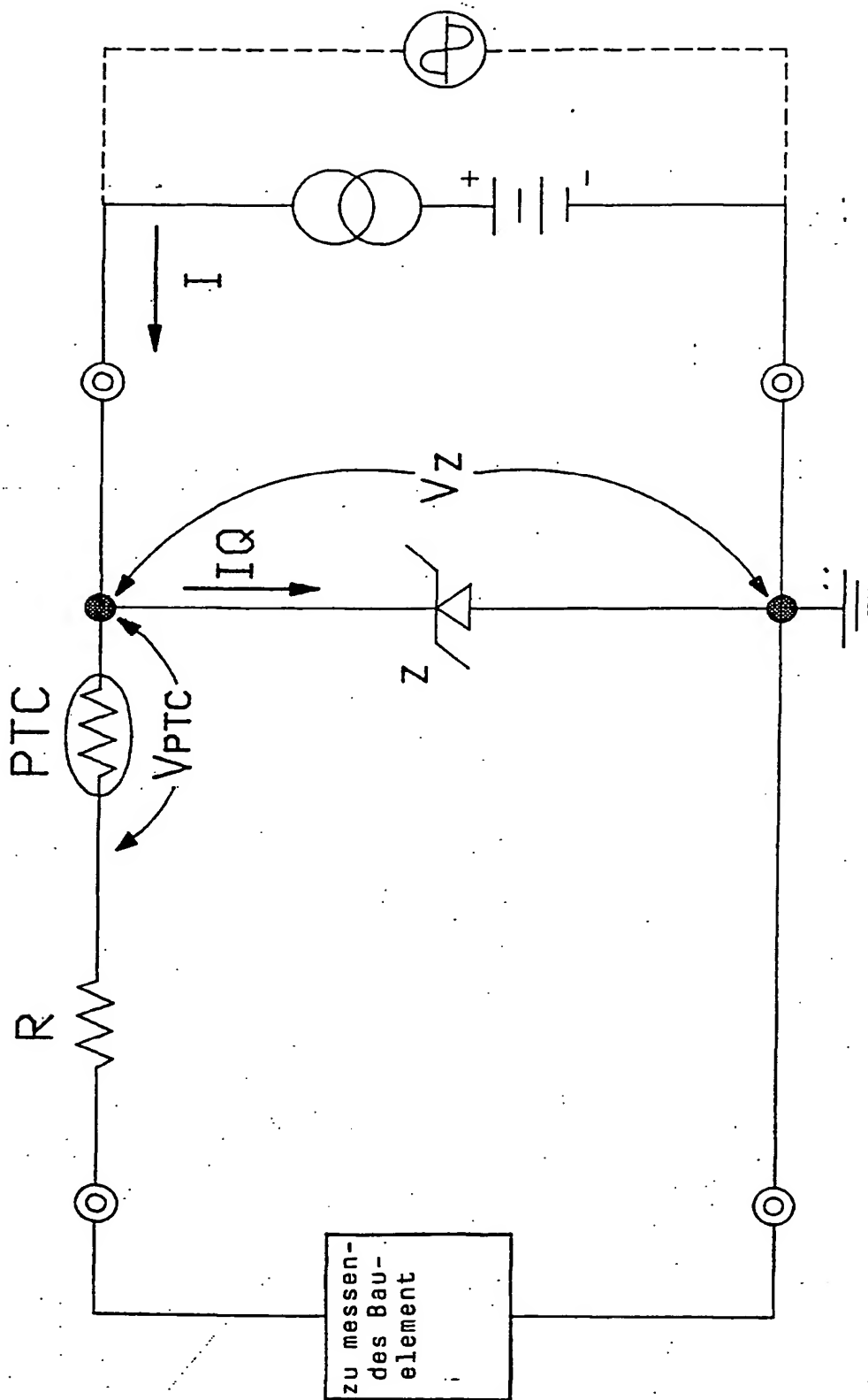


FIG.3B

Stand der Technik

619.08.0.98

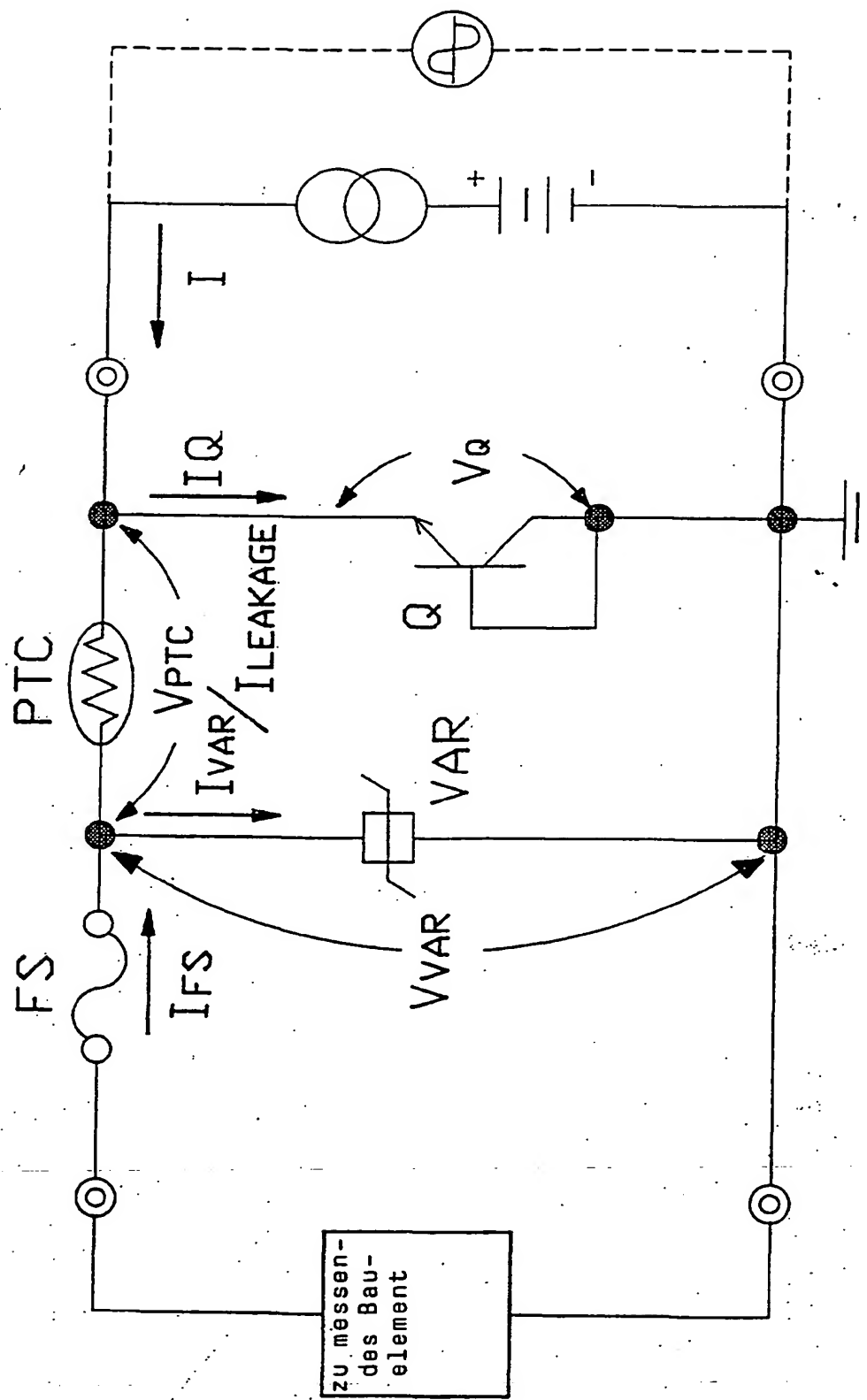


FIG.4A
Stand der Technik

8/9

08.08.98

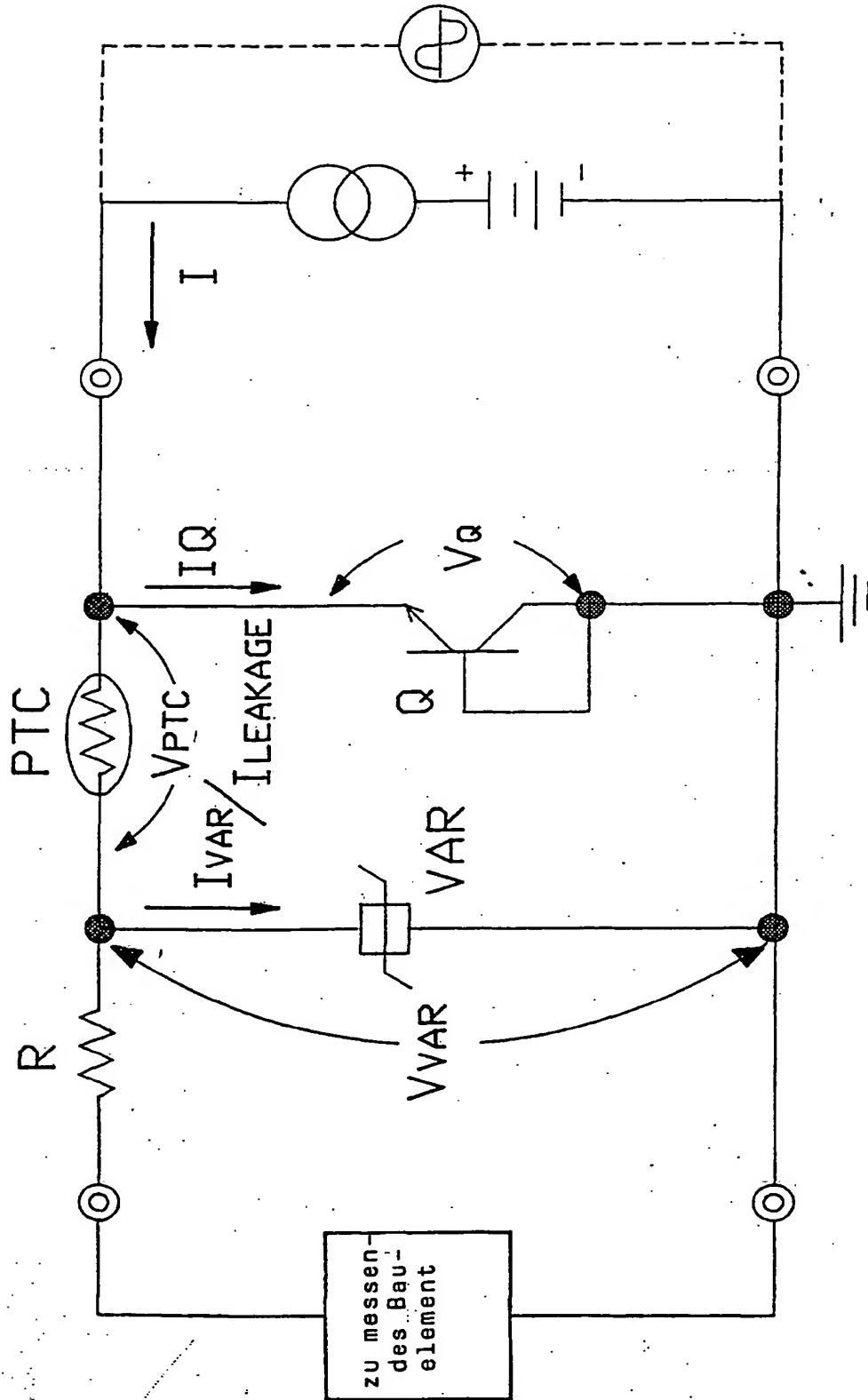


FIG.5A

Stand der Technik

9/9 08.03.98

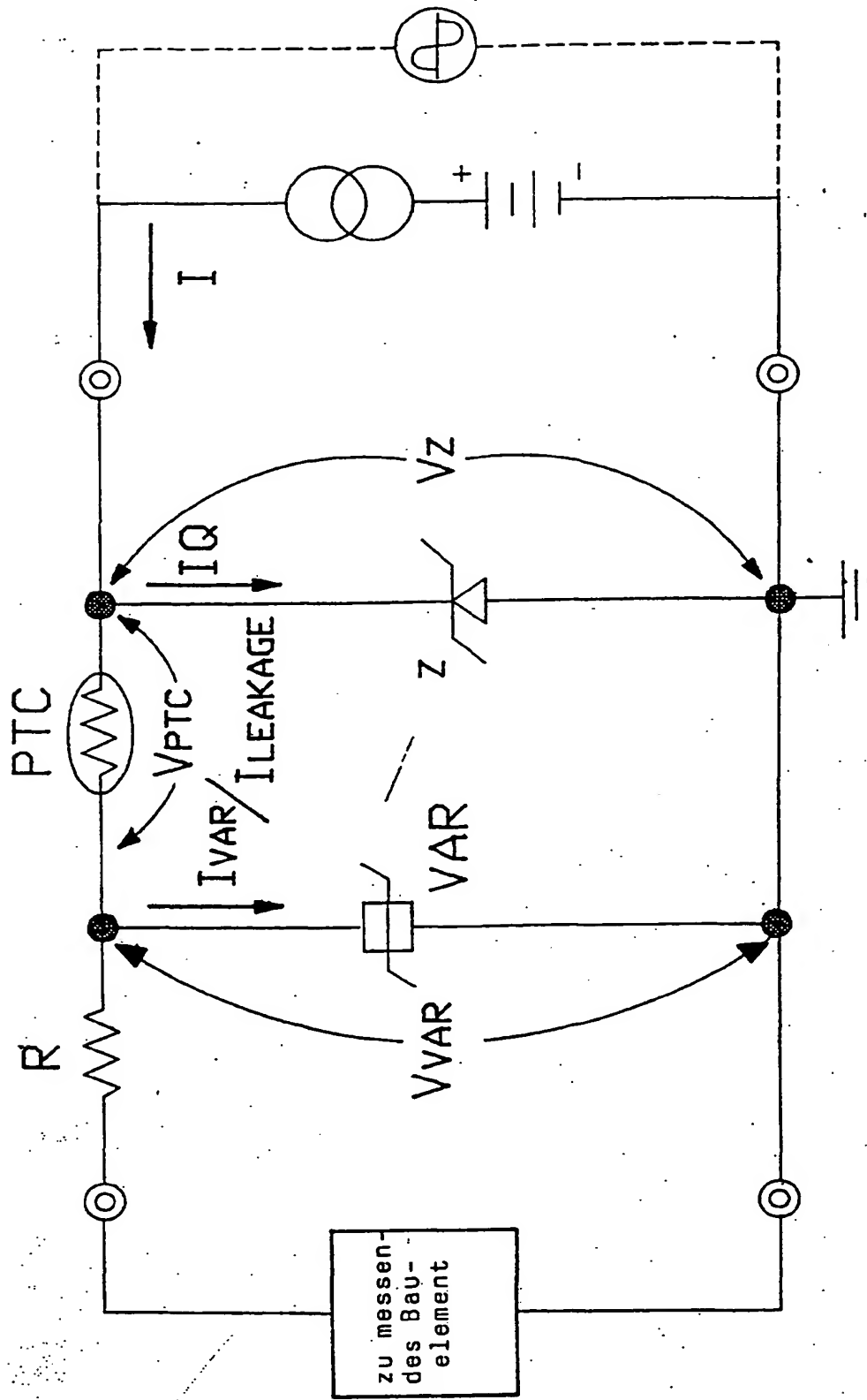


FIG.5B

Stand der Technik